



برنامه ریزی، کنترل پروژه و موازنه زمان هزینه با روش مسیر بحرانی (CPM) مطالعه موردی: پیجویی و اکتشاف کانسار (انگوران)

امید اصغری^۱ - سید حمید سکاکی^۲ - مهدی یآوری^۳ - فاطمه سلطانی^۴

۱- دانشجوی دکترای اکتشاف معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- هیئت علمی دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۳- هیئت علمی دانشکده مهندسی معدن - دانشگاه تهران

۴- دانشجوی کارشناسی مهندسی اکتشاف معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Email:omid80_aku@yahoo.com

چکیده:

در این مقاله ضمن بررسی ویژگی های روش مسیر بحرانی (CPM) برای پروژه اکتشافی کانسار سرب و روی انگوران و تعیین فعالیت های بحرانی، اقدام به بررسی منحنی هزینه - زمان شده است و مقدار کمینه هزینه (مشمول بر هزینه های مستقیم و غیر مستقیم) بدست آمده است. نتایج نشان می دهند، در هر شرایطی نمی توان با افزایش دادن زمان، هزینه را کاهش داد، چرا که با افزایش زمان، تاثیر هزینه های غیرمستقیم بیشتر شده و باعث افزایش هزینه کل پروژه می شود. در این مطالعه تعداد ۲۹ فعالیت همراه با تقدم و تاخرهای شبکه ای مورد بررسی قرار گرفت که در نتیجه تعداد ۲۲ فعالیت بر روی مسیر بحرانی ظاهر گردید. با تغییر دادن زمانهای شناوری و نیز اعمال هزینه های ضربتی (طی زمان ضربتی) تعدادی از فعالیت های بحرانی مقدار هزینه کمینه برابر با ۶۰۳۰/۴ میلیون ریال و در زمان ۱۰۲ هفته به دست آمد.

واژه های کلیدی: کنترل پروژه؛ فعالیت اکتشافی، هزینه ضربتی، زمان ضربتی، روش مسیر بحرانی، زمان شناوری، زمان-هزینه

۱- مقدمه:

پروژه عبارت از مجموعه اقدامات و عملیات پیچیده و منحصربفردی متشکل از فعالیت های منطقی و مرتبط به یکدیگر است که زیر نظر یک مدیریت و سازمان اجرائی مشخص برای تامین هدف یا هدف های مشخص در چارچوب برنامه ریزی و بودجه از پیش تعیین شده ای اجرا می شود و دارای مشخصات زیر است [1]:

۱. دارای هدفی معین است.



۲. زمان شروع و خاتمه آن تعریف شده است.
۳. بودجه آن محدود است.
۴. منابع در دسترس را مصرف می‌کند.
۵. جدید است.

عدم نگاه پروژه گرایانه به مجموعه فعالیت‌های مهندسی معدن، باعث می‌شود علاوه بر اتلاف زیاد منابع مالی بخش‌های دولتی و خصوصی، پروژه در طی زمانی بسیار بیشتر از مقدار مورد انتظار و تنها به بخشی از اهداف مورد انتظار خود دست یابد.

سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه مجموعه‌ای از پرسشنامه‌ها، فرم‌های دریافت اطلاعات، سیستم‌ها یا برنامه‌های پیش ساخته، روشها، فنون و منابعی است که مرتبط و وابسته به یکدیگر هستند. هدف سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه هدایت پروژه بر طبق برنامه‌زمانبندی و بودجه تعیین شده و همچنین تامین نتایج، هدفها و محصولات نهایی پروژه است. به عبارت دیگر، ماموریت این سیستم یاری دادن مدیر پروژه و توانا ساختن وی در امر بهینه کردن سه عامل زمان، هزینه و کیفیت در اجرای یک پروژه است [۲].

به منظور استفاده از دانش برنامه‌ریزی و کنترل پروژه و به طبع آن بهینه‌سازی پارامترهای مورد نظر از جمله کمینه کردن تابع هزینه لازم است تا هر مجموعه از فعالیت‌های هدفمند مهندسی معدن را به صورت یک پروژه (همراه با تمامی ویژگی‌های آن) تعریف کرد. برای کنترل یک پروژه با توجه به ویژگی‌های فعالیت‌های آن روشهای مختلفی وجود دارد که از جمله آنها روش مسیر بحرانی یا CPM می‌باشد که در آن کلیه فعالیت‌ها و همین‌طور زمان اجرای هر فعالیت به صورت دقیق مشخص شده است [۲].

۲- معرفی کانسار سرب و روی انگوران

معدن انگوران در ۱۲۰ کیلومتری غرب شهرستان زنجان و در ناحیه ای کوهستانی واقع شده است. توده معدنی بر روی لایه شیست سبز رنگ قرار دارد. کانه‌های اصلی عبارتند از اسمیت زونیت، سروزیت، همی مورفیت، بلند، و گالن. این معدن روباز بزرگترین معدن سرب و روی در خاورمیانه بوده و با کارخانه کانه آرائی دندی، بزرگترین تولید کننده کنسانتره روی و سرب در ایران است. در این مطالعه مجموعاً تعداد ۲۹ فعالیت اصلی در مرحله پیجویی و اکتشاف به همراه تقدم و تاخر آنها با یکدیگر شناسائی گردید [۷].

در این مطالعه به بررسی ساختار کنترل پروژه و موازنه هزینه - زمان بر روی پروژه زمین شناسی اکتشافی و نمونه برداری سرب و روی معدن انگوران بر اساس گزارش عملکرد شرکت کالسیمین پرداخته شده است.



۳- روشهای تحلیل شبکه:

شبکه یک نمودار ترسیمی یا تصویری از پروژه است که فعالیتهای پروژه و روابط میان آنها را نمایش می‌دهد. هر شبکه یا هر پروژه یک رویداد شروع و یک رویداد خاتمه باید داشته باشد. روشهای مختلفی برای تحلیل شبکه وجود دارد که در ذیل روش پراهمیت مسیر بحرانی آورده می‌شود [۳].

۳-۱- روش مسیر بحرانی:

مسیر بحرانی در شبکه، مسیری است که دارای بزرگترین مجموعه زمانهای مورد انتظار باشد. لازم به ذکر است که با هر تاخیر در اجرای فعالیتهای موجود در مسیر بحرانی، اتمام پروژه بر اساس زمانبندی اولیه با تاخیر انجام خواهد پذیرفت. در روش مسیر بحرانی با استفاده و توجه کامل به مدت زمان، ارتباطات، وابستگی‌ها و توالی فعالیتهای؛ زودترین و دیرترین زمانهای شروع و خاتمه هر فعالیت با محاسبه یکباره کل فعالیت‌ها بطور قطعی تعیین و مشخص می‌گردد. توجه اصلی این روش روی محاسبه زمانهای شناوری و میزان انعطاف در زمانهای اجرای فعالیتهای می‌باشد [۴].

در این مطالعه مجموعاً تعداد ۲۹ فعالیت اصلی به همراه تقدم و تاخر آنها با یکدیگر شناسائی گردید. لیست فعالیتهای و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر در جدول ۱ آورده شده است. برای هر فعالیت بر اساس حروف الفبای لاتین نامگذاری صورت گرفته است. هر فعالیت می‌تواند شامل چند فعالیت پیش نیاز (ماقبل) و چند فعالیت پس نیاز (ما بعد) باشد (به استثنای فعالیتهای آغازین و انتهائی) که نمودار گانت همراه با مشخص کردن مسیر بحرانی بر روی آن در شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۱: اطلاعات ۲۹ فعالیت اکتشافی در پروژه (زمان و هزینه اجرا در حالت عادی محاسبه شده است) [۷]

شرح فعالیت	کد فعالیت	پیشنیازها	پس نیازها	حجم عملیات (نفر- ساعت)	زمان اجرا (هفته)	هزینه عادی (هزار ریال)
بررسی اطلاعات موجود و تعیین نقایص اطلاعاتی	A	-	B1	80	2	2000
مطالعه گزارش ژئوفیزیک به منظور تنظیم شبکه نمونه برداری	B1	A	C	45	1	1350
محاسبات آماری برای تعیین خطای مجاز در فواصل نمونه‌ها	C	B1	D, E	300	3	9000
تعیین شبکه نمونه برداری	D	C	F, K	120	1	2000
تعیین روشهای آنالیز و آزمایشگاه مسئول	E	C	K	150	4	2000
ترسیم نقشه‌های راهنما و تکثیر آنها	F	D	G, I	300	2	2000



4000	5	500	L1	F	G	پیاده کردن نقاط تعیین شده برای نمونه برداری توسط گروه نقشه برداری
400	1	50	L1	-	H	تهیه فرم شناسنامه نمونه، فرم گزارش کا و سایر فرمها
2000	4	200	L1	-	I	تهیه وسایل مورد نیاز نمونه برداری
1000	1	50	L1	F	J	برنامه ریزی و تدارک لازم جهت انتقال تیم نمونه برداری
1000	1	50	L1	D , E	K	تدوین دستورالعمل نمونه برداری و تحویل آن به همراه سایر ملزومات به تیم
2000	6	100	L2 , M	K , J , I , H , G	L1	انجام عملیات نمونه برداری در شبکه ۱
3000	5	250	N	L1	L2	انجام عملیات نمونه برداری در شبکه ۲
2400	6	300	M	L1	M	جمع آوری، نگهداری و آماده سازی نمونه ها
400	1	50	O	M , L2	N	ارسال نمونه ها به آزمایشگاه
12000	4	400	P	N	O	انجام آزمایشهای تجزیه عنصری
148000	1	400	Q	O	P	انجام مطالعات کانی شناسی
900	1	50	R , S	P	Q	گرفتن نتایج آنالیز از آزمایشگاه، تکثیر و نگهداری
9000	6	400	T	Q	R	تهیه نقشه های عیار عناصر بر اساس نتایج حاصل از آنالیز
140000	5	300	T	Q	S	تکمیل و تصحیح نقشه زمین شناسی موجود بر اساس تحلیل نتایج آنالیز
18000	6	800	U	S , R	T	تهیه نقشه ایزو گرید و توپوگرافی
24000	10	1200	B2	T , V	U	تهیه و رسم مقاطع قائم و افقی زمین شناسی به منظور ادامه و تکمیل مطالعات
1000	1	30	W1	U	B2	گرفتن اطلاعات از گروه ژئوفیزیک به منظور جمع بندی نتایج
1200	1	45	U	-	V	گرفتن اطلاعات لازم از نتایج فعالیتهای گروه حفاری اکتشافی
24000	10	500	W2	B2	W1	تلفیق داده ها و تعیین مشخصات کانسار
20000	10	500	X	W1	W2	محاسبه ذخیره قطعی و معرفی روشهای توسعه ذخیره
15000	3	450	Y	W2	X	تدوین گزارشها و تصحیح تهائی نقشه ها
8000	1	50	Z	X	Y	تکثیر کلیه گزارشها و نقشه های حاصل
1500	1	40	-	Y	Z	تحویل گزارش نهائی



برای هریک از فعالیتها با توجه به شناخت از حجم عملیات و تجربیات پیشین، اقدام به تخمین زمان مورد انتظار شد. لذا برای هر فعالیت زمان مورد نظر به صورت نفر - ساعت بدست آمد. فعالیتها بر اساس تخصص مورد نیاز توسط تکنسینها، کارشناسان و کارشناسان ارشد قابل اجرا بودند. در نتیجه با توجه به تخصصهای مورد نیاز و تعداد متخصصان موجود در شرکت واحدهای زمانی به جای نفر - ساعت به هفته تبدیل شدند (جدول ۱).

۲-۲- زمان شناوری فعالیتها :

در یک شبکه ممکن است تعداد زیادی از فعالیتها از خاصیت انعطاف‌پذیری در تاریخهای شروع یا پایان برخوردار باشند در اصطلاح برنامه‌ریزی، فعالیتهایی را که دارای چنین خاصیتی هستند، فعالیتهای دارای شناوری یا فرجه می‌گویند. در جدول ۲ زمان شناوری فعالیتها محاسبه شده و آورده شده است.

۳-۳- شناوری جمعی:

مقدار زمانی که یک فعالیت می‌تواند به تعویق بیفتد، یا به زمان اجرای آن افزوده شود، بدون آنکه در کل زمان اجرای پروژه تاثیری بگذارند، شناوری جمعی آن فعالیت نامیده می‌شود [۳].

$$TF_{ij} = LS_{ij} - ES_{ij} \quad (1)$$

TF_{ij} : زمان شناوری جمعی فعالیت $i-j$

ES_{ij} : زودترین تاریخ ممکن برای شروع فعالیت $i-j$

LS_{ij} : زودترین تاریخ ممکن برای شروع فعالیت $i-j$

۴-۳- شناوری آزاد :

مقدار زمانی که یک فعالیت می‌تواند به تعویق بیفتد، یا به زمان اجرای آن افزوده شود، بدون آنکه بر مقدار شناوری فعالیتها بعد از خود تاثیری بگذارند، شناوری آزاد آن فعالیت نامیده می‌شود [۳]:

$$FF_{ij} = E_j - E_i - D_{ij} \quad (2)$$

FF_{ij} : زمان شناوری آزاد فعالیت $i-j$

E_i : زودترین تاریخ وقوع رویداد i

E_j : زودترین تاریخ وقوع رویداد j

D_{ij} : زمان لازم برای اجرای فعالیت $i-j$



۳-۵- شناوری مستقل:

مقدار زمانی که یک فعالیت می‌تواند به تعویق بیفتد، یا به زمان اجرای آن افزوده شود، بدون آنکه بر شناوری فعالیت‌های قبل و بعد از خود تاثیری بگذارد، شناوری مستقل آن فعالیت نامیده می‌شود [۳]:

$$IF_{ij} = E_j - L_i - D_{ij} \quad (3)$$

IF_{ij} : زمان شناوری مستقل فعالیت $i-j$

E_i : زودترین تاریخ وقوع رویداد i

L_j : دیرترین تاریخ وقوع رویداد j

D_{ij} : زمان لازم برای اجرای فعالیت $i-j$

۳-۶- فعالیت‌های بحرانی بر اساس زمان شناوری:

فعالیت‌های تشکیل دهنده یک مسیر بحرانی، فعالیت‌های بحرانی نامیده می‌شوند. در روی یک مسیر بحرانی که باشد، همگی فعالیت‌ها بحرانی خواهد بود.

به عبارت دیگر فعالیت‌های بحرانی در یک شبکه، فعالیت‌هایی هستند که شناوری جمعی آنها برابر صفر باشد. بدیهی است در این صورت سایر شناوری‌های فعالیت نیز برابر با صفر خواهد بود [۳].

۳-۷- محاسبه تاریخ‌های وقوع رویدادها:

برای شروع محاسبه، یک تاریخ برای رویداد آغازین شبکه تعیین می‌شود. معمولاً تاریخ رویداد آغازین را صفر تعیین می‌نمایند. در انجام محاسبات، دو نوع حرکت محاسباتی بر روی شبکه انجام می‌گیرد.

۱- حرکت پیشروی

۲- حرکت بازگشتی

در محاسبات پیشروی، زودترین تاریخ‌های وقوع رویدادها محاسبه می‌شوند. در این محاسبات که از رویداد آغازین شبکه شروع شده و به سمت رویداد پایانه ادامه می‌یابند، زودترین تاریخ وقوع رویداد پایه هر فعالیت را به زمان آن فعالیت اضافه می‌کنیم تا زودترین تاریخ وقوع رویداد پایان آن فعالیت به دست آید. اگر بیش از یک فعالیت به رویدادی می‌رسند، (رویدادهای پوششی)، زودترین تاریخها از طریق همه فعالیت‌هایی که به رویداد می‌رسند محاسبه شده و بزرگترین آنها انتخاب می‌شوند [۳]:

$$E_j = \text{Max}\{E_i + D_{ij}\} \quad , \quad i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

E_i : زودترین تاریخ وقوع رویداد i

D_{ij} : زمان لازم برای اجرای فعالیت $i-j$



در محاسبات بازگشتی دیرترین تاریخهای وقوع رویدادها محاسبه می‌شوند. در این محاسبات که از رویداد پایانی شبکه شروع شده و به سمت رویداد آغازین ادامه می‌یابند، زمان هر فعالیت از دیرترین تاریخ وقوع رویداد پایان آن فعالیت کسر می‌شود تا دیرترین تاریخ وقوع رویداد پایه آن فعالیت محاسبه محاسبه شود. در صورتی که بیش از یک فعالیت از رویدادی خارج می‌شود (رویدادهای جوششی)، این تاریخها از همگی راههای ممکن، محاسبه و کوچکترین آنها بعنوان دیرترین تاریخ وقوع رویداد انتخاب می‌شود [۳]:

$$L_i = \min\{L_j - D_{ij}\} \quad j=1,2,\dots,m \quad (4)$$

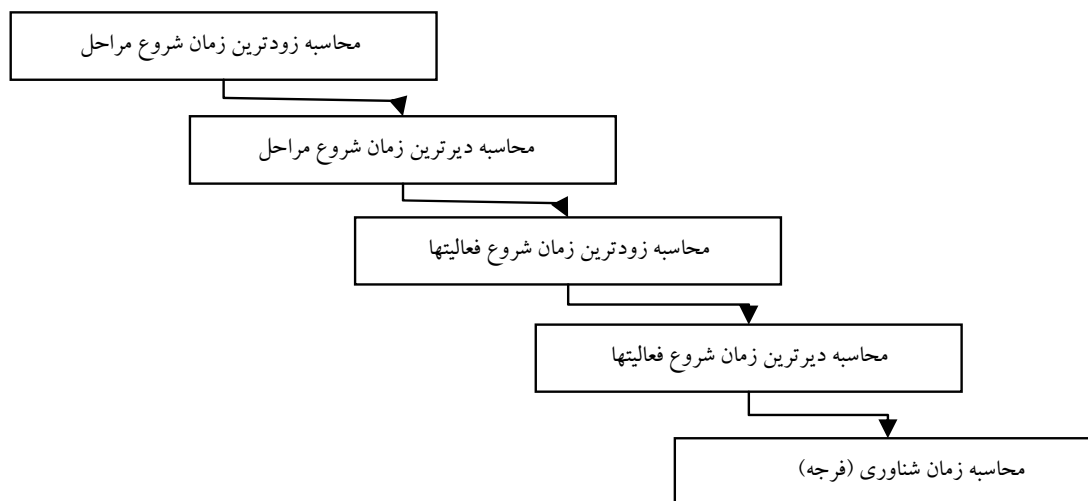
L_j : دیرترین تاریخ وقوع رویداد j

D_{ij} : زمان لازم برای اجرای فعالیت $i-j$

برای اجرای پروژه در زودترین تاریخ ممکن، لازم است زودترین و دیرترین تاریخهای وقوع رویداد پایانه با یکدیگر مساوی باشند.

۴- روش محاسبه مسیر بحرانی:

در روش مسیر بحرانی، هدف محاسبه زمان شناوری است که بر اساس محاسبه زودترین زمانهای شروع مراحل و فعالیتها و نیز دیرترین زمانهای شروع مراحل و فعالیتها به این هدف می‌رسیم. در زیر مراحل انجام این فرآیند آورده شده اند [۴].



۵- موازنه زمان - هزینه

در طراحی شبکه‌های سی‌پی‌ام از ادغام داده‌های زمان و هزینه مشترکا در برنامه‌ریزی استفاده می‌شود. قبل از پرداختن به روش محاسبه هزینه در سی‌پی‌ام لازم است چند اصطلاح را بررسی کنیم [۶].

**۵-۱- زمان معمولی:**

زمان معمولی انجام کار در حقیقت همان زمان مورد انتظار در پروژه است.

۵-۲- زمان فشرده:

با بکار بستن امکانات، هزینه و وسایل بیشتر قادر خواهیم بود تا مدت زمان مورد انتظار را کوتاهتر نموده و این زمان بدست آمده را زمان فشرده یا سرشکن می‌نامند.

۵-۳- هزینه معمولی:

هزینه انجام پروژه در مدت زمان معمولی

۵-۴- هزینه فشرده:

هزینه انجام عملیات در مدت زمان سرشکن.

۵-۵- هزینه بالاسری:

شامل هزینه‌های خدمات اداری، هزینه‌های ثابت و غیره که میزان آن در رابطه مستقیم با مدت زمان انجام کل پروژه نمی‌باشد، است. برنامه‌ریزی پروژه بر هر دو هزینه‌های مستقیم اثر می‌گذارد.

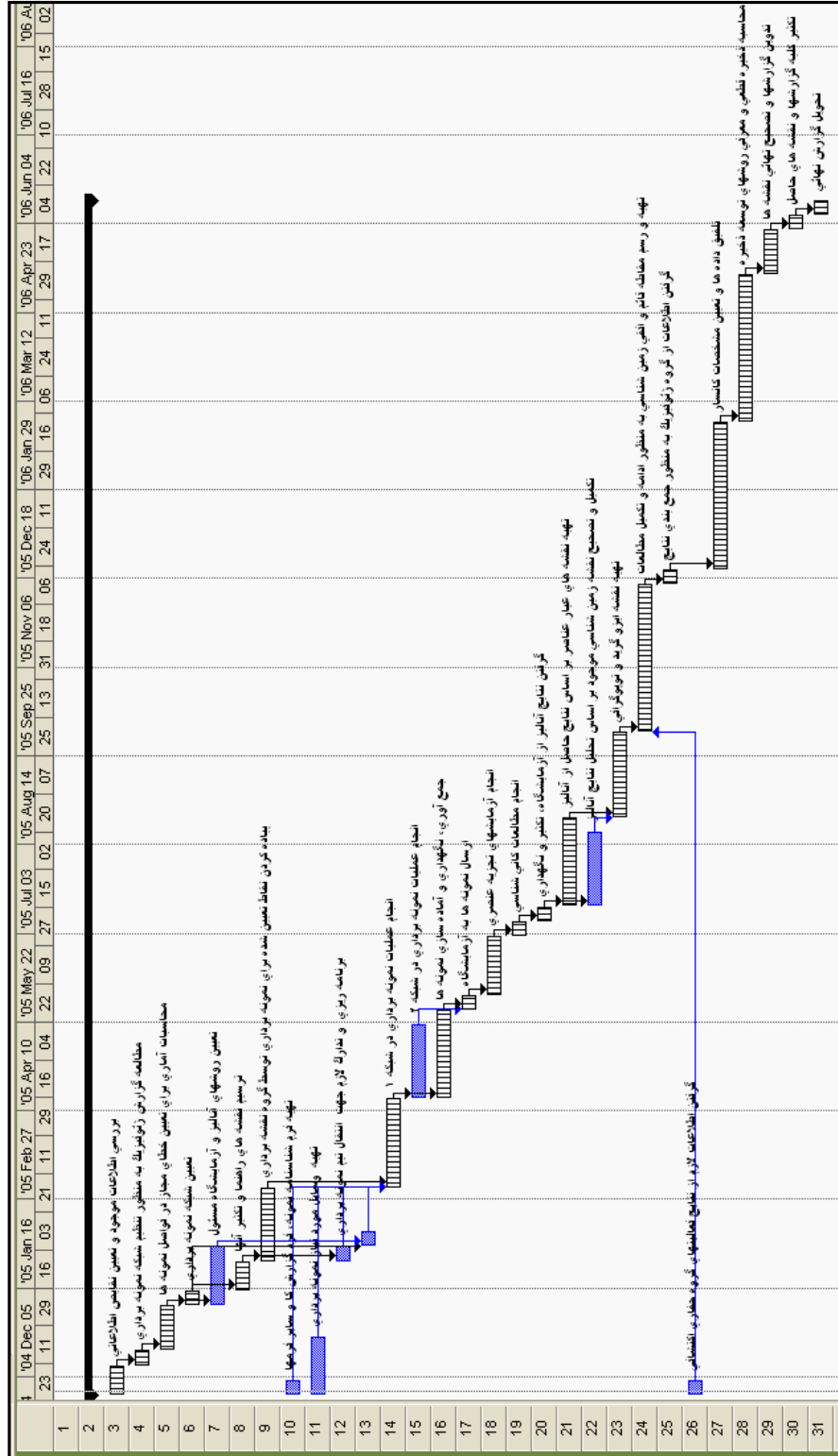


جدول ۲- روند مشخص کردن مسیر بحرانی با توجه به مقدار زمان شناوری فعالیتها (فعالیتهایی بر روی مسیر بحرانی قرار دارند که زمان شناوری (T.F یا F.F) آنها برابر صفر باشد). [۷]

کد	زمان اجرا به هفته (عادی)	زمان اجرا به هفته (ضربتی)	هزینه عادی (هزار ریال)	هزینه ضربتی (هزار ریال)	زودترین زمان شروع	دیرترین زمان شروع	زودترین زمان خاتمه	دیرترین زمان خاتمه	T.F	F.F	وضعیت
A	2	1	2000	4000	0	0	2	2	0	0	بحرانی
B1	1	1	1350	1350	2	2	3	3	0	0	بحرانی
C	3	2	9000	13500	3	3	6	6	0	0	بحرانی
D	1	1	2000	2000	6	6	7	7	0	0	بحرانی
E	4	3	2000	3000	6	9	10	13	3	3	
F	2	1	2000	4000	7	7	9	9	0	0	بحرانی
G	5	2	4000	12000	9	9	14	14	0	0	بحرانی
H	1	1	400	400	13	0	2	13	12	13	
I	4	2	2000	4000	10	0	4	10	10	10	
J	1	1	1000	1000	9	9	10	14	4	4	
K	1	1	1000	1000	10	10	11	14	3	3	
L1	6	1	2000	2000	14	14	15	15	0	0	بحرانی
L2	5	1	3000	4400	15	16	20	21	1	1	
M	6	1	2400	4000	15	15	21	21	0	0	بحرانی
N	1	1	400	400	21	21	22	22	0	0	بحرانی
O	4	2	12000	14000	22	22	32	32	0	0	بحرانی
P	1	1	14800	18800	32	32	44	44	0	0	بحرانی
Q	1	1	900	900	44	44	45	45	0	0	بحرانی
R	6	1	9000	10000	45	55	50	60	10	10	
S	5	1	14000	16500	45	45	60	60	0	0	بحرانی
T	6	1	18000	20000	60	60	70	70	0	0	بحرانی
U	10	7	24000	28000	70	70	80	80	0	0	بحرانی
B2	1	1	1000	1000	80	80	81	81	0	0	بحرانی
V	1	1	1200	1200	69	0	1	69	69	69	
W1	10	6	24000	30000	81	81	91	91	0	0	بحرانی
W2	10	6	20000	24000	91	91	101	101	0	0	بحرانی
X	3	2	15000	20000	101	101	104	104	0	0	بحرانی
Y	1	1	8000	8000	104	104	105	105	0	0	بحرانی
Z	1	1	1500	1500	105	105	106	106	0	0	بحرانی



شکل ۱: نمودار گانت پروژه مشتمل بر ۲۹ فعالیت اکتشافی (فعالیت‌های هاشور خورده بر روی مسیر بحرانی قرار گرفته اند) [۵] و [۷]





۶- محاسبات زمان - هزینه در روش مسیر بحرانی:

کدام کارها را باید ضربتی انجام داد تا ضمن رسیدن به زمان مورد نظر پروژه، حداقل هزینه بدست آید [۶].

- ۱- برآورد زمانها و هزینههای نرمال و ضربتی برای کارهای پروژه
- ۲- محاسبه مسیر بحرانی براساس زمانهای نرمال فعالیتها چنانچه زمان به دست آمده مطلوب باشد، توقف می‌کنیم در غیر اینصورت به مرحله ۳ می‌رویم.
- ۳- محاسبه نرخ زیر (ضریب زاویه خط هزینه) برای کارهایی که بر روی مسیر بحرانی قرار دارند.

$$R = \frac{NormalCost - CrashCost}{CrashTime - NormalTime} \quad (۵)$$

- ۴- کاری که دارای کوچکترین نرخ R باشد، ضربتی انجام می‌شود. زمان ضربتی را جایگزین زمان نرمال آن فعالیت نموده و به مرحله ۲ با می‌گردیم.
- در جدول ۳ نتایج مراحل فوق برای بدست آوردن ضریب زاویه خط هزینه، R، آورده شده است.



جدول ۳: نحوه بدست آوردن ضریب زاویه خط هزینه R (هرچه بر تعداد مراحل متراکم کردن پروژه افزوده می شود شیب هزینه نیز افزایش می یابد)

فعالیت	مرحله فشرده شدن	تفاضل مدت ضربتی و عادی (هفته)	شیب هزینه (R)
P	13	3	500
O	13	4	250
S	12	5	250
X	11	1	250
C	9	1	225
A	8	1	100
F	10	1	100
G	7	3	100
W1	6	4	75
W2	6	4	75
M	5	5	70
U	3	3	66.67
E	1	1	50

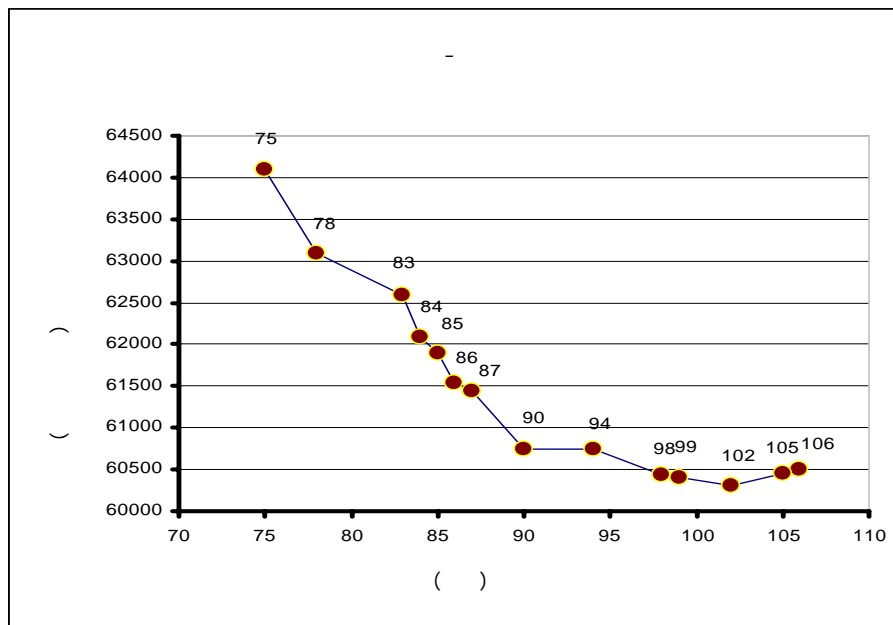
۷- نتایج:

همانگونه که در جدول ۴ آورده شده است هزینه ها مشتمل بر مستقیم (عملیاتی) و غیر مستقیم (غیر عملیاتی) می باشند. از آنجا که هزینه های غیرمستقیم تحت هر شرایطی وجود دارند، با افزوده شدن بر زمان پروژهها این دسته از هزینه ها باعث افزایش هزینه های پروژه می شوند. بر اساس ترسیم نمودار زمان - هزینه (شکل ۲) مشخص گردید که بهترین مدت برای انجام پروژه ۱۰۲ هفته می باشد. چراکه برآیند هزینه های مستقیم ضربتی و هزینه های غیر مستقیم بهینه می باشد.



جدول ۴- محاسبه هزینه های مستقیم و غیر مستقیم پروژه در مراحل مختلف متراکم سازی

هزینه های پروژه (صدهزار ریال)			مقدار کاهش زمان (هفته)	فعالیت ضربتی	مرحله
کل	غیر مستقیم	مستقیم			
60504	3100	57404	-	-	عادی
60454	3000	57454	1	T	1
60304	2700	57604	3	T	2
60404	2400	58004	3	U	3
60444	2300	58144	1	M	4
60744	1900	58844	4	M , L2	5
60744	700	60044	4	W1 , W2	6
61444	800	60644	3	G	7
61544	700	60844	1	A	8
61894	600	61294	1	C	9
62094	500	61594	1	E , F	10
62594	500	62094	1	X	11
65094	500	64594	5	S	12
64094	500	63594	3	P	13



شکل ۲- نمودار زمان - هزینه (قابل مشاهده است که کمترین هزینه در مدت ۱۰۲ هفته حاصل شده است).

۸- تشکر و سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر سکاکی که اطلاعات مورد نیاز را در اختیارم قرار داده و از راهنمایی های خویش بهره مند ساختند سپاسگزاری مینمایم

منابع:

- ۱- آلاپوش، حمید - استاندارد دانش مدیریت پروژه - ۱۳۸۰ - انتشارات حامی
- ۲- نادری پور، محمود - برنامه ریزی و کنترل پروژه - ۱۳۷۹ - انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
- ۳- حاج شیر محمدی، علی - مدیریت و کنترل پروژه - ۱۳۷۸ - انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان
- ۴- امامی زاده، بهرام - درآمدی بر مدیریت پروژه (ساختار سیستمی مدیریت پروژه) - کارگاه آموزشی - ۱۳۸۱
- ۵- زرگر، محمود - مدیریت پروژه با تاکید بر کاربرد Ms Project 2000 - ۱۳۸۱
- ۶- داودپور، حمید - مدیریت تولید - ۱۳۸۰ - انتشارات دایره
- ۷- گزارش برنامه ریزی و کنترل پروژه عملیات اکتشافی معدن سرب و روی انگوران ۱۳۷۵